

Docket No.: 50212-540

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Yoshiki NISHIBAYASHI, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 22, 2003	:	Examiner:
	:	
For: ELECTRON EMISSION ELEMENT	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:
Japanese Patent Application No. JP P2002-276423, was filed on September 20, 2002.

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 AJS:gav
Facsimile: (202) 756-8087
Date: September 22, 2003

50212-540
Yoshiki NISHIBAYASHI, et al.
September 22, 2003

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-276423

[ST.10/C]:

[JP2002-276423]

出 願 人

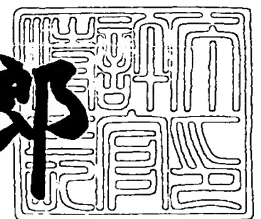
Applicant(s):

財団法人ファインセラミックスセンター
住友電気工業株式会社

2003年 6月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3047662

【書類名】 特許願

【整理番号】 102I0304

【提出日】 平成14年 9月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 19/24

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府吹田市山田丘2番1号 大阪大学先導的研究オープンセンター6F

 【氏名】 西林 良樹

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府吹田市山田丘2番1号 大阪大学先導的研究オープンセンター6F

 【氏名】 安藤 豊

【発明者】

 【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

 【氏名】 今井 貴浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000173522

 【氏名又は名称】 財団法人ファインセラミックスセンター

 【代表者】 佐波 正一

【特許出願人】

 【識別番号】 000002130

 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

 【代表者】 岡山 紀男

【代理人】

 【識別番号】 100088155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度新エネルギー・産業技術総合開発機構、炭素系高機能材料技術の研究開発（エネルギー使用合理化技術開発）委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ホウ素がドーブされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって、

柱状の基体部と、前記基体部の上に位置すると共に先端が尖った先鋭部とを備える突起を含んで構成され、

前記基体部の中心軸と側面との最短距離 r [cm] と、前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 Nb [cm⁻³] とが下記式 (1) ;

【数 1】

$$r > \frac{10^4}{\sqrt{Nb}} \dots (1)$$

で表される関係式を満たすものである

ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】 前記基体部の中心軸と側面との最短距離が 0.1 μm 以下であり、

前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度が 5×10^{19} cm⁻³ 以上である

ことを特徴とする請求項 1 記載の電子放出素子。

【請求項 3】 ホウ素がドーブされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって、

柱状の基体部と、前記基体部の上に位置すると共に先端が尖った先鋭部とを備える突起を含んで構成され、

前記先鋭部を構成するダイヤモンド結晶が水素終端されており、

前記基体部の中心軸と側面との最短距離 r [cm] と、前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 Nb [cm⁻³] とが下記式 (2) ;

【数 2】

$$r > \frac{10^2}{\sqrt{Nb}} \dots (2)$$

で表される関係式を満たすものである

ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 4】 前記ダイヤモンドに窒素がドーピングされており、
前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] が、窒素濃度 N_n [cm^{-3}] よりも高い

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の電子放出素子。

【請求項 5】 前記ダイヤモンドに窒素がドーピングされており、
前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] と、窒素濃度 N_n [cm^{-3}] とが下記式 (3) ;

【数 3】

$$Nb - Nn < 6 \times 10^{18} \dots (3)$$

で表される関係式を満たすものである

ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の電子放出素子。

【請求項 6】 前記突起の位置する部分が (1 1 1) セクターである
ことを特徴とする請求項 1 記載の電子放出素子。

【請求項 7】 前記突起の位置する部分が (3 1 1) セクター又は (1 1 0)
セクターである

ことを特徴とする請求項 3 記載の電子放出素子。

【請求項 8】 前記突起を備える基板が気相合成により形成されたダイヤモンドである

ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の電子放出素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ダイヤモンドを含んで成る電子放出素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のダイヤモンドを含んで成る電子放出素子では、ダイヤモンドの導電性を高めるためにアクセプタ準位の低いホウ素がドーピングされていた。また、電子放出素子の多くは低い電圧で電子を引き出すために先端の尖ったTip（先鋭部）が形成されており、ホウ素がドーピングされたダイヤモンドにおいても先端の尖ったTipが形成されていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の電子放出素子では、非常に鋭く尖ったTipを形成するとホウ素がドーピングされたダイヤモンドの有効性がなくなり電子放出効率が悪くなるという問題点があった。この理由についてはあまり理解されていなかった。それはこれまでは電子が放出されるTipの先端形状とアノードの形状とで決まる真空中の電界について評価されていたが、Tip内部の電界についてまでは検討されることがなかったからである。

【0004】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって電子放出効率の優れたものを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の電子放出素子は、ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって、柱状の基体部と、前記基体部の上に位置すると共に先端が尖った先鋭部とを備える突起を含んで構成され、前記基体部の中心軸と側面との最短距離 r [cm]と、前記ダイヤモンドにおける

ホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] とが下記式 (1) ;

【0006】

【数4】

$$r > \frac{10^4}{\sqrt{N_b}} \cdots (1)$$

【0007】

で表される関係式を満たすものであることを特徴とする。

【0008】

本発明者は、電子放出部に電子を供給するカソード電極に負の電圧を印加したときに空乏層が広がり、電子放出部への導電性が低下すると共に、Tip先端に強い電界がかからなくなるために電子放出効率が悪くなることを見出した。上記式 (1) の条件が満たされることにより、基体部の内部にキャリア層が確保され電子放出効率が向上する。なお、基体部が先細りの形状であるときは、基板との境界部における中心軸と側面との最短距離が r とされる。

【0009】

本発明の電子放出素子は、基体部の中心軸と側面との最短距離が $0.1 \mu\text{m}$ 以下であり、ダイヤモンドにおけるホウ素濃度が $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以上であることが好適である。

【0010】

ホウ素濃度が $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 以上である電子放出素子にあっては基体部が細いほど電子放出効率が良い。

【0011】

上記課題を解決するために、ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって、柱状の基体部と、前記基体部の上に位置すると共に先端が尖った先鋭部とを備える突起を含んで構成され、前記先鋭部を構成するダイヤモンド結晶が水素終端されており、前記基体部の中心軸と側面との最短距離 r [cm] と、前記ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] とが下記式 (2

) ;

【 0 0 1 2 】

【数 5】

$$r > \frac{10^2}{\sqrt{Nb}} \cdots (2)$$

【 0 0 1 3 】

で表される関係式を満たすものであることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

先鋭部の露出面（電子放出部）が水素終端されることにより電子親和力が小さくなる（負になる）ことと、表面が p 型となりホウ素濃度が増加させたと同じ効果を及ぼすために、空乏層が薄くなり電子が放出されやすくなる。

【 0 0 1 5 】

本発明の電子放出素子は、ダイヤモンドに窒素がドーピングされており、ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] が、窒素濃度 N_n [cm^{-3}] よりも高いことが好適である。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の電子放出素子は、ダイヤモンドに窒素がドーピングされており、ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [cm^{-3}] と、窒素濃度 N_n [cm^{-3}] とが下記式（3）；

【 0 0 1 7 】

【数 6】

$$Nb - Nn < 6 \times 10^{18} \cdots (3)$$

【 0 0 1 8 】

で表される関係式を満たすものであることが好適である。

【 0 0 1 9 】

窒素がドーピングされたときに更に電子放出効率が向上する。特に窒素濃度 $N_n [cm^{-3}]$ が上記式 (3) の条件によるとき最も電子放出効率が良くなることが見出された。

【0020】

本発明の電子放出素子は、前記突起の位置する部分が (1 1 1) セクターであることが好適である。

【0021】

(1 1 1) セクターを突起としたときの電子放出効率が最も優れていることが見出された。

【0022】

本発明の電子放出素子は、水素終端した場合は前記突起の位置する部分が (3 1 1) セクター又は (1 1 0) セクターであることが好適である。

【0023】

水素終端された場合は、(3 1 1) セクター又は (1 1 0) セクターを突起としたときの電子放出効率が最も優れていることが見出された。

【0024】

本発明の電子放出素子は、前記突起を備える基板が気相合成により形成されたダイヤモンドであることが好適である。

【0025】

気相合成により容易にホウ素を含有するダイヤモンドを形成することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0027】

本実施形態の電子放出素子 1 の構造を説明する。図 1 は、電子放出素子 1 の縦断面図である。電子放出素子 1 は、ダイヤモンドからなる基板 11 を備え、基板 11 からダイヤモンドの突出部 14 が突出している。突出部 14 の下部を構成す

る柱状部 1 2 は、円柱の形状をなし、その側面は基板 1 1 の表面に対して略直角である。突出部 1 4 の上部は先端に針状体を備える先鋭部 1 3 で構成されている。この針状体が電子放出部として機能する。

【 0 0 2 8 】

突出部 1 4 及び基板 1 1 を構成するダイヤモンドはホウ素をドーブ（気相合成、熱拡散、イオン注入などにより）することで導電性とされている。

【 0 0 2 9 】

柱状部 1 2 の半径 r [c m] と、ホウ素濃度 Nb [c m⁻³] は下記式 (1) で表される関係式を満たす。

【 0 0 3 0 】

【数 7】

$$r > \frac{10^4}{\sqrt{Nb}} \dots (1)$$

【 0 0 3 1 】

基板 1 1 上には表面に A 1 からなるカソード電極膜 1 5 が形成されている。なお、カソード電極膜は基板 1 1 の裏に形成されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

電子放出素子 1 の上方にはアノード電極 A（図示されていない。）が、先鋭部 1 3 と対向するように設置されている。カソード電極膜 1 5 に負の電圧が印加されると、カソード電極膜 1 5 から基板 1 1 を経て突出部 1 4 に電子が供給される。先鋭部 1 3 の針状体先端に到達した電子は、アノード電極 A との間の電界によって外部に放出される。

【 0 0 3 3 】

次に電子放出素子 1 の作用・効果を説明する。カソード電極膜 1 5 に負の電圧が印加されると、先鋭部 1 3 と柱状部 1 2 に外側から形成される空乏層が内部に広がって行くが、電子放出部から放出される電子も増加し一定の厚さで安定する。このときの空乏層の厚さ w [c m] は、上記式 (1) の右辺で表される。空乏層の厚さ W [c m] の理論値は、ホウ素濃度 Nb [c m⁻³] と電圧 [V] をパラ

メータとする下記式（４）で表される。この式より、基体部の中心軸と側面との最短距離 r [c m] が空乏層の厚さよりも長い条件では基体部の内部にキャリア層が確保されることがわかる。このキャリア層は基板と同電位であるので、先端で等電位面が歪み高電界が先端にかかることを示している。このような条件を維持してある特定の電圧 V_0 を超え、電子放出が可能な高電界がかかると電子放出が起こりはじめる。そうすると、もはや空乏層がほとんど伸びないので、それ以上の電圧においても同様な状態が続く。しかしながら、電圧が V_0 に達する前に空乏層が最短距離 r を超えて大きくなり基体部中のキャリア層がなくなると、等電位面が基板面に近づき平行に近くなる。そうすると、高電圧をかけているにもかかわらず、等電位面は突起付近ではそれほど歪まず、電子放出に必要な高電界もかからず、電子放出が得られない。したがって、上記式（４）を満たすようにすることが重要である。このような原理を基に経験的に定数を求めて、基体部の中心軸と側面との最短距離 r [c m] とホウ素濃度 N_b [c m⁻³] とが上記式（１）を満たすことにより電子放出効率が向上することが見出された。

【 0 0 3 4 】

【数 8】

$$r > \sqrt{\frac{2\varepsilon}{qNb}} \dots (4)$$

【 0 0 3 5 】

 ε : 誘電率 [F / m]

【 0 0 3 6 】

 q : 電気素量 [C]

【 0 0 3 7 】

図 1 A は、柱状部 1 2 の半径 r が空乏層の厚さ w よりも短く設定されている場合を示す。この場合は、柱状部 1 2 内部の全体が空乏層で覆われてしまい、電子放出部へ電子が供給されなくなってしまう。

【 0 0 3 8 】

図 1 B は、柱状部 1 2 の半径 r が空乏層の厚さ w よりも長く設定されている場

合を示す。この場合は、柱状部 1 2 の中心部にキャリア層が残存し、ここを介して電子が電子放出部へ供給される。そのため、電子放出効率が向上する。

【 0 0 3 9 】

先鋭部 1 3 の露出面が水素終端されていない場合における柱状部 1 2 の半径 r が $0.15\ \mu\text{m}$ であったとき及び $0.05\ \mu\text{m}$ であったときの電子放出特性（ $2\ \text{kV}$ の電圧が印加されたときに電子が放出されたことを○で、電子が放出されなかったことを×で示している。）を表 1 に示す。

【 0 0 4 0 】

【表 1】

Nb	0.15 μm の時の特性	0.05 μm の時の特性
10^{17}cm^{-3}	×	×
10^{18}cm^{-3}	○	×
10^{19}cm^{-3}	○	○
10^{20}cm^{-3}	○	○

【 0 0 4 1 】

表 1 に示すように、ホウ素濃度 Nb が 10^{18}cm^{-3} のときには、柱状部 1 2 の半径 r が $0.15\ \mu\text{m}$ のときにのみ電子が放出された。これは、空乏層 w の厚さよりも半径 r を長くすることにより電子放出効率が向上することを実証する。また、表 1 は、半径 r が同一であるときには、ホウ素濃度 Nb が高い方が電子が放出されやすいことを示す。これは、ホウ素濃度を上げて空乏層 w を半径 r よりも短くすることにより電子放出効率が向上することを実証する。

【 0 0 4 2 】

先鋭部 1 3 の露出面が水素終端されている場合における柱状部 1 2 の半径 r が $0.15\ \mu\text{m}$ であったとき及び $0.05\ \mu\text{m}$ であったときの電子放出特性（ $1\ \text{kV}$ 以下の電圧の印加で電子が放出されたことを○で、 $2\ \text{kV}$ 以下の電圧の印加で

電子が放出されたことを△で示している。)を表2に示す。

【0043】

【表2】

Nb	0.15 μ mの時の特性	0.05 μ mの時の特性
10^{15}cm^{-3}	△	△
10^{16}cm^{-3}	○	△
10^{17}cm^{-3}	○	○
10^{18}cm^{-3}	○	○

【0044】

表2からも表1で実証されたことが導かれるが、さらに先鋭部13の露出面が水素終端されている場合には、低いホウ素濃度Nbでも空乏層が薄くなることが示されている。

【0045】

【実施例】

以下、実施例により、本発明の内容を更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0046】

(実施例1)

高圧合成によって作製されたホウ素を含有する単結晶ダイヤモンド(100)基板を用意する。単結晶ダイヤモンド(100)基板上にAl膜を蒸着し、フォトリソグラフィー技術を用いてAlの微細なドット形状のマスクを作製した。次に、RIE技術を用いて、 CF_4/O_2 (CF_4 濃度: 1%) ガス中で、圧力2 Pa、パワー200 W、基板の加熱なしの条件で、単結晶ダイヤモンド(100)基板をリアクティブイオンエッチングした。0.5~1時間エッチングすることにより、所望の高さ(3~6 μ m)の微小円柱を形成した。

【 0 0 4 7 】

A 1 を除去した後、パワー 4 0 0 W、基板温度 1 0 5 0 ℃、圧力 1 0 0 T o r r の条件で、 CO_2/H_2 (CO_2 濃度：0. 5 ～ 2 %) ガスのマイクロ波プラズマに微小円柱を曝すことにより、先端部を先鋭化した。

【 0 0 4 8 】

図 2 は、実施例 1 における先鋭部露出面の構成を示す。このようにして得られた試料の先鋭部の各箇所における電子放出特性を評価した。その結果、針状体のあるところから電子が放出されるが、その中でも (1 1 1) セクターから良好に電子が放出されることが確認された。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、水素終端した先鋭部露出面の構成を示す。先鋭部露出面が水素終端された電子放出素子を作製した上、先鋭部の各箇所における電子放出特性を評価した。その結果、針状体のあるところから電子が放出されるが、その中でも (3 1 1) セクター及び (1 1 0) セクターから良好に電子が放出されることが確認された。

【 0 0 5 0 】

(実施例 2)

高圧合成によって作製されたホウ素及び窒素を含有する単結晶ダイヤモンド基板を用いて、電子放出素子を形成した。この試料の電子放出特性を評価したが、電子放出がほとんど見られなかった。このとき窒素濃度はホウ素濃度よりも高かった。

【 0 0 5 1 】

(実施例 3)

高圧合成によって作製されたホウ素及び窒素を含有する単結晶ダイヤモンド基板を用いて、(1 1 1) セクターに針状体が形成されている電子放出素子を作製した。

【 0 0 5 2 】

電子放出特性とホウ素及び窒素濃度との関係性を評価したところ、ホウ素が $1 0^{19} \sim 1 0^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以上入っており、かつ窒素が混入している試料の特性が良いこ

とがわかった。

【 0 0 5 3 】

表 3 に、ホウ素濃度が $1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の電子放出素子における窒素濃度と閾値電圧との関係を示す。

【 0 0 5 4 】

【表 3】

B濃度(cm^{-3})	N濃度(cm^{-3})	閾値電圧(V)
10^{19}	2×10^{19}	>3000
10^{19}	4×10^{18}	900
10^{19}	1×10^{18}	1400
10^{19}	5×10^{17}	1900

$2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ が 100ppm

【 0 0 5 5 】

表 3 から、窒素濃度が $4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、すなわちホウ素濃度と窒素濃度の差が $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ になる付近で閾値電圧が最小になることがわかる。

【 0 0 5 6 】

(実施例 4)

気相合成によって作製された単結晶ダイヤモンド基板にボロンドープ層を形成し、それを用いて電子放出素子（ホウ素含有濃度： $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ほど）を作製した。

【 0 0 5 7 】

電子放出特性を評価したところ、柱状部の半径が短いほど電子放出特性が良かった。他方、ホウ素濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり柱状部が非常に細い（半径 $0.1 \mu\text{m}$ 以下）電子放出素子を作製して電子放出素子を実験したところ、良好な結果は得られなかった。

【 0 0 5 8 】

表 4 に、ホウ素濃度と閾値電圧との関係を示す。

【 0 0 5 9 】

【表 4】

濃度(cm^{-3})	閾値電圧(V)
10^{20}	700
5×10^{19}	950
3×10^{19}	1800
10^{19}	2000

【 0 0 6 0 】

表 4 から、柱状部が非常に細い（半径 0.1 μm 以下）電子放出素子では、ホウ素濃度が $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ になる付近で閾値電圧が大きく変化することがわかる。

【 0 0 6 1 】

（実施例 5）

気相合成によって作製された単結晶ダイヤモンド基板にホウ素及び窒素をドーピングし、それを用いて作製された電子放出素子の電子放出特性を評価したところ、同じホウ素濃度の下では窒素を含有している方が電子放出特性が良好であった。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明により、ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって電子放出効率の優れたものを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子放出素子 1 の縦断面図である。

【図 2】

実施例 1 における先鋭部露出面の構成を示す。

【図 3】

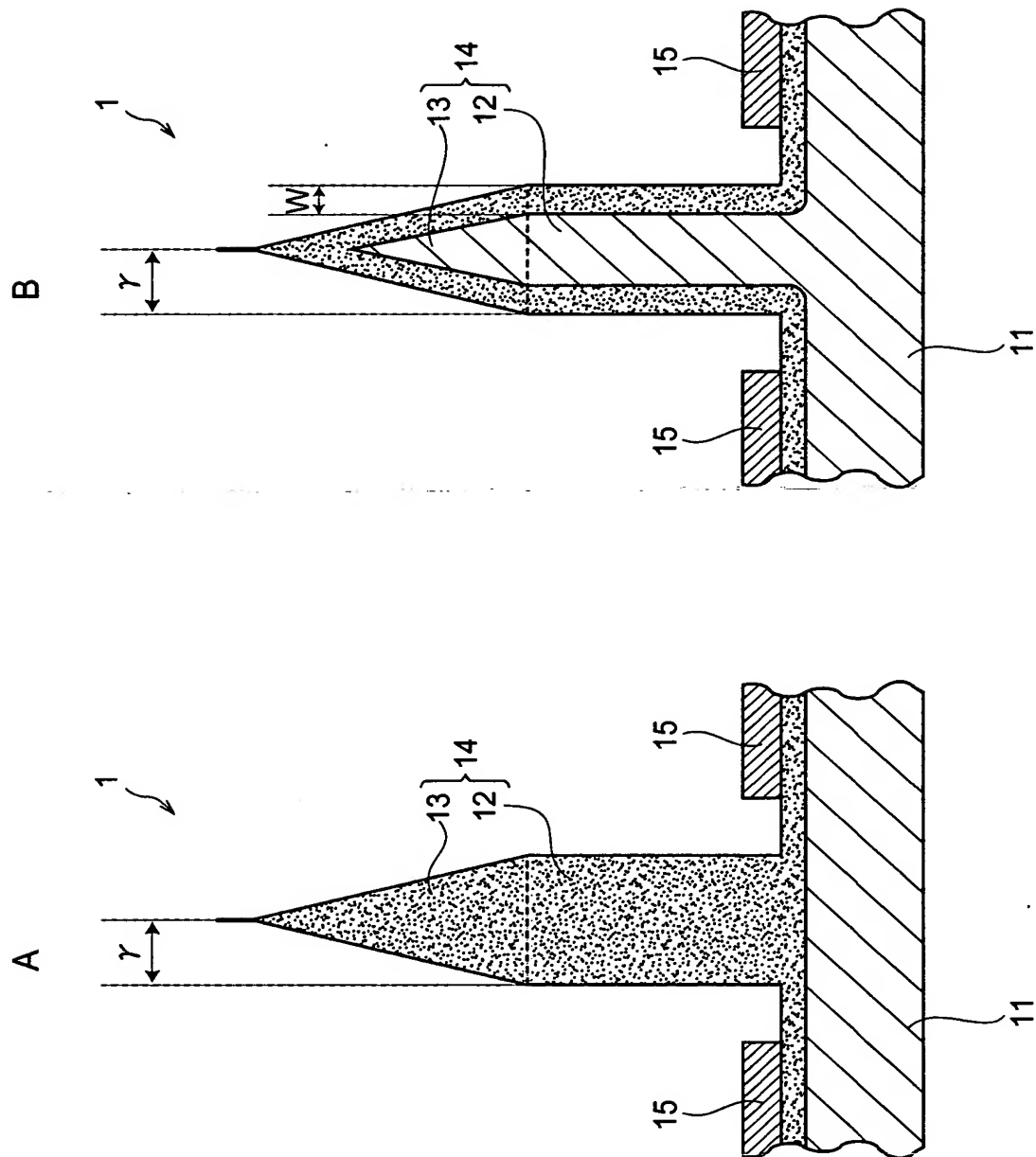
水素終端した先鋭部露出面の構成を示す。

【符号の説明】

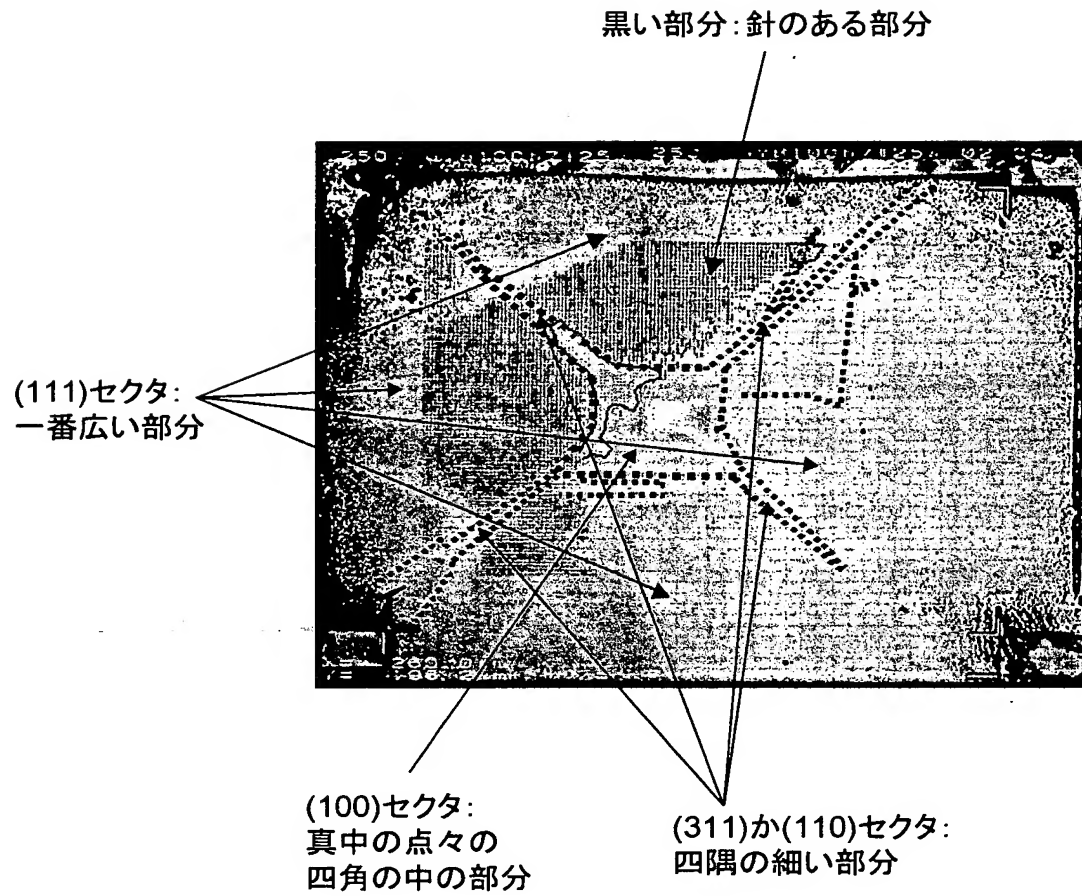
1 …電子放出素子、 1 1 …基板、 1 2 …柱状部、 1 3 …先鋭部、 1 4 …突出部、 1 5 …カソード電極膜。

【書類名】 図面

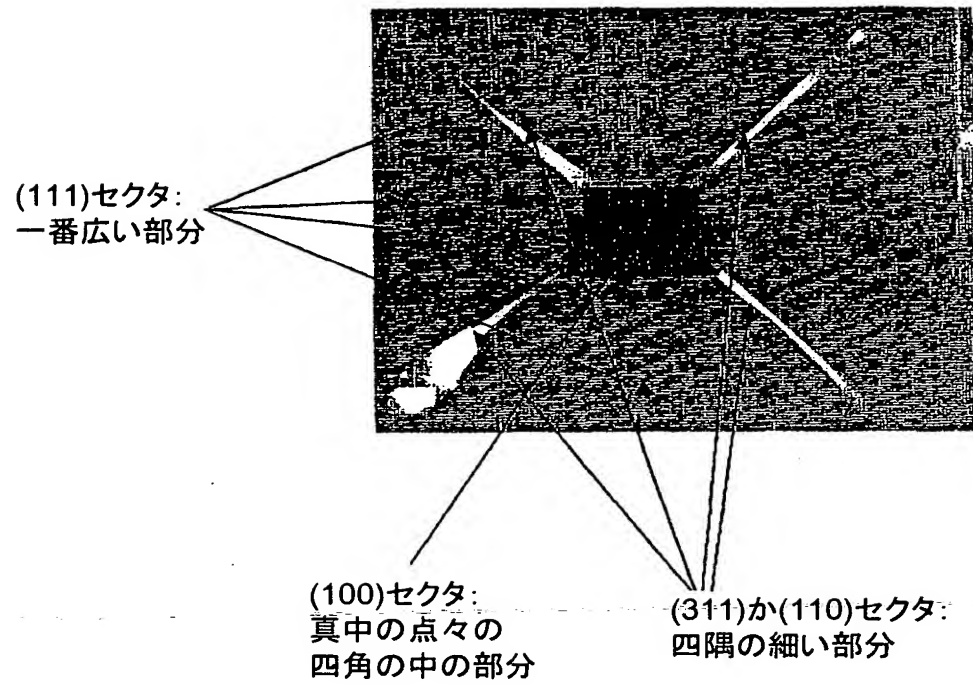
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって電子放出効率の優れたものを提供する。

【解決手段】 ホウ素がドーピングされたダイヤモンドを含んで成る電子放出素子であって、柱状の基体部 1 2 と、基体部 1 2 の上に位置すると共に先端が尖った先鋭部 1 3 とを備える突起 1 4 を含んで構成され、基体部 1 2 の中心軸と側面との最短距離 r [c m] と、ダイヤモンドにおけるホウ素濃度 N_b [c m⁻³] とが下記式 (1) ；

【数 1】

$$r > \frac{10^4}{\sqrt{N_b}} \cdots (1)$$

で表される関係式を満たす

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 7 3 5 2 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県名古屋市熱田区六野2丁目4番1号
氏 名 財団法人ファインセラミックスセンター

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社